第5講　化学反応と熱・光エネルギー（熱化学）

# PART1　熱化学の基本事項

目標　・熱化学を学ぶ上での基本事項を押さえよう！

## Chapter1　化学反応とエンタルピー

要点

エンタルピー変化$\Delta H$

・生成物がもつエンタルピーと反応物がもつエンタルピーの差。

・発熱反応では$\Delta H < 0$，吸熱反応では$\Delta H > 0$となる。

### ◆ 発熱反応と吸熱反応　重要

熱を放出しながら進む反応を**発熱反応**，熱を吸収しながら進む反応を**吸熱反応**という。

例えば，水溶液中で溶質が発熱反応を起こすと水溶液全体の温度は上昇する。吸熱反応はその逆である。

### ◆ 反応エンタルピー　重要

物質がもつエネルギーは**エンタルピー** $H$（**熱含量**ともいう）とよばれる量で表すことができる。物質がもつトータルの熱量といったイメージでよい。

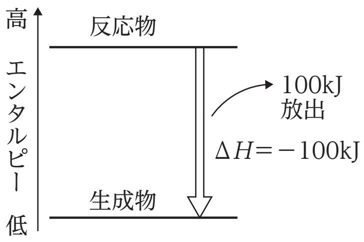
また，一定圧力で化学反応に伴って放出・吸収する熱量を**反応エンタルピー**という。反応エンタルピーは生成物がもつエンタルピーと反応物がもつエンタルピーの差に相当する**エンタルピー変化**$\Delta H$で表す。

**・発熱反応のエンタルピー変化$\Delta H$**

発熱反応では熱を放出するため，反応物のエンタルピーに比べて生成物のエンタルピーは小さくなる。

すなわち発熱反応では$\Delta H < 0$となる。

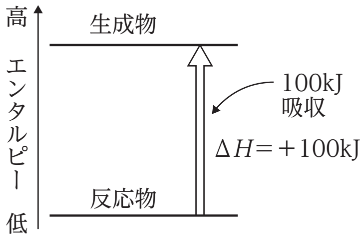
**例**　100 kJ の発熱反応→$\Delta H = -100$kJ



・**吸熱反応のエンタルピー変化 $\Delta H$**

吸熱反応では熱を吸収するため，反応物のエンタルピーに比べて生成物のエンタルピーは大きくなる。すなわち吸熱反応では $\Delta H > 0$ となる。

例　100 kJ の吸熱反応→ $\Delta H = + 100\text{kJ}$




まとめ

・反応物がもつエンタルピーと生成物がもつエンタルピーの差を（　　　　　　　　）といい，発熱反応では（　　　）の値，吸熱反応では（　　　）の値となる。

## Chapter2　化学反応式とエンタルピー変化

要点

化学反応式とエンタルピー変化

・注目する物質の係数は必ず 1 にする。

・物質の状態をつける。

・反応式の後ろにエンタルピー変化 $\Delta H$ をつける。

### ◆ エンタルピー変化を付した反応式　重要

化学反応に伴う熱の出入りを考えるときには，エンタルピー変化を付した反応式で考える。

作り方　水素の燃焼により 286kJ の熱が放出される反応（生成物の水は液体とする）

(1)　反応物と生成物を書く。

$H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$

(2)　注目する物質の係数を 1 にし，他の物質の係数（分数になっても可）を決める。

注目する物質は水素である。（水素の燃焼）

$1\,H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow 1H_2O$

係数 1 は通常省略する。

(3)　各物質に状態をつける。

固体：（固）または（s），液体：（液）または（l），気体：（気）または（g）

$H_2$(気) $+ \frac{1}{2}O_2$(気) $\rightarrow H_2O$ (液)

ただし，常温常圧(25℃，1.013 × $10^5$Pa)で気体の物質の状態は省略することが多い。

(4) 反応式の後ろにエンタルピー変化Δ$H$を書く。

286kJ の発熱反応なので，Δ$H$ =－ 286kJ である。

$H_2$(気) + $\frac{1}{2}$$O_2$(気) → $H_2O$ (液)　Δ$H$ =－ 286kJ

**まとめ**

・エンタルピー変化を考える化学反応式では，注目する物質の係数を（　　　）にし，各物質の（　　　）をつける。

# Chapter3　反応エンタルピーの種類

**要点**

反応エンタルピーの種類

・燃焼エンタルピー：物質 1 mol が完全燃焼するときのエンタルピー変化。

・生成エンタルピー：物質 1 mol が構成元素の単体から生成するときのエンタルピー変化。

・溶解エンタルピー：物質 1 mol が多量の溶媒に溶解するときのエンタルピー変化。

・中和エンタルピー：酸と塩基が反応し，水 1 mol が生成するときのエンタルピー変化。

## ◆ 反応エンタルピーの種類　重要

代表的な反応エンタルピーには固有の名称がついており，次のような種類がある。それぞれ，注目する物質 1 mol あたりで表すため，文章中では単位が(kJ/mol)になることに気をつけよう。

**・燃焼エンタルピー**

物質 1 mol が完全燃焼するときのエンタルピー変化。燃焼反応は発熱なので，Δ$H$ は必ず負の値となる。

例　CO の燃焼エンタルピー：－ 283kJ/mol

CO(気) + $\frac{1}{2}$$O_2$(気) → $CO_2$ (気)　Δ$H$ =－ 283kJ

**・生成エンタルピー**

物質1 molが構成元素の単体から生成するときのエンタルピー変化。発熱も吸熱もある。

**例** NOの生成エンタルピー：90.3kJ/mol

$$\frac{1}{2}N_2(気)+\frac{1}{2}O_2(気)\rightarrow NO(気)\quad \Delta H=90.3\text{kJ}$$

**・溶解エンタルピー**

物質1 molが多量の溶媒に溶解するときのエンタルピー変化。発熱も吸熱もある。

溶媒が水のときには「多量の水」を「aq」と表す。

**例** NaOH(固)の水に対する溶解エンタルピー：－44.5kJ/mol

$$NaOH(固)+aq\rightarrow NaOHaq\quad \Delta H=-44.5\text{kJ}$$

**・中和エンタルピー**

酸と塩基が反応し，水1 molが生成するときのエンタルピー変化。

中和反応は発熱なので，$\Delta H$は必ず負の値となる。強酸と強塩基の中和エンタルピーは－56.5 kJ/molである。

**例** 塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和エンタルピー：－56.5kJ/mol

$$HClaq+NaOHaq\rightarrow NaClaq+H_2O(液)\quad \Delta H=-56.5\text{kJ}$$

塩酸や水酸化ナトリウムは完全に電離しているため,次のように表すこともできる。

$$H^+aq+OH^-aq\rightarrow H_2O(液)\quad \Delta H=-56.5\text{kJ}$$

**まとめ**

・燃焼エンタルピー：物質1molが（　　　　　　）するときのエンタルピー変化。

・生成エンタルピー：物質1molが構成元素の（　　　　）から生成するときのエンタルピー変化。

・溶解エンタルピー：物質1 molが(　　　　　　　)に溶解するときのエンタルピー変化。

・中和エンタルピー：酸と塩基が反応し（　　　）1 molが生成するときのエンタルピー変化。

# Chapter4　状態変化のエンタルピー変化

要点

状態変化のエンタルピー変化

・$1.013 \times 10^5$Pa 下での状態変化によるエンタルピー変化で表す。

## ◆ 状態変化のエンタルピー変化 重要

状態変化のエンタルピー変化は $1.013 \times 10^5$Pa 下における値で表す。融解と蒸発，昇華で表すことがほとんどで，それらは全て吸熱反応すなわちエンタルピー変化は正の数となる。

例　0℃における $H_2O$(固)の融解エンタルピー：6.0kJ/mol

100℃における $H_2O$(液)の蒸発エンタルピー：41kJ/mol

まとめ

・融解や蒸発は（　　　　）反応であるため，それらのエンタルピー変化 $\Delta H$ は（　　　）の値となる。

# Chapter5　演習問題

**問**　次の変化をエンタルピー変化を付した反応式で表せ。

(1)　メタン $CH_4$ の燃焼エンタルピーは－891kJ/molである。(生じる水は液体である)

(2)　アンモニア $NH_3$ の生成エンタルピーは－46kJ/mol である。

(3)　100℃における水 $H_2O$ の蒸発エンタルピーは 41kJ/mol である。

# 第 5 講　PART1　確認問題

問 1　一定圧力で化学反応に伴って放出・吸収する熱量を反応エンタルピーといい，生成物と反応物がもつエンタルピーの差に相当するエンタルピー変化 $\Delta H$ で表す。$\Delta H$ は，発熱反応では（　ア　）の値，吸熱反応では（　イ　）の値となる。

反応エンタルピーにはいくつか種類がある。例えば，物質 1mol が完全燃焼するときの反応エンタルピーは（　ウ　）エンタルピーといい，$\Delta H$ は（　エ　）の値となる。また，酸と塩基が反応して（　オ　）1mol が生成するときの反応エンタルピーは中和エンタルピーといい，$\Delta H$ は（　カ　）の値となる。

(1)　文中の（　ア　），（　イ　）に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　ア：正　　イ：正
②　ア：正　　イ：負
③　ア：負　　イ：正
④　ア：負　　イ：負

(2)　文中の（　ウ　），（　エ　）に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　ウ：生成　　エ：正
②　ウ：生成　　エ：負
③　ウ：燃焼　　エ：正
④　ウ：燃焼　　エ：負

⑶　文中の（　オ　），（　カ　）に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　オ：塩　　カ：正

②　オ：塩　　カ：負

③　オ：水　　カ：正

④　オ：水　　カ：負

⑷　エンタルピー変化を付した反応式のうち，$H_2O$ の融解を表しているものはどれか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。ただし，$H_2O$ の融解エンタルピーの大きさは 6.0kJ/mol とする。

①　$H_2O$（固）→ $H_2O$（液）　$\Delta H = -6.0\text{kJ}$

②　$H_2O$（固）→ $H_2O$（液）　$\Delta H = 6.0\text{kJ}$

③　$H_2O$（液）→ $H_2O$（固）　$\Delta H = -6.0\text{kJ}$

④　$H_2O$（液）→ $H_2O$（固）　$\Delta H = 6.0\text{kJ}$

⑸　エンタルピー変化を付した反応式のうち，窒素 $N_2$ と酸素 $O_2$ から一酸化窒素 NO が生成するときの変化を表しているものはどれか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。ただし，NO の生成エンタルピーは 90.3kJ/mol とする。

①　$\frac{1}{2}N_2$（気）$+\frac{1}{2}O_2$（気）→ NO（気）　$\Delta H = 45.2\text{kJ}$

②　$\frac{1}{2}N_2$（気）$+\frac{1}{2}O_2$（気）→ NO（気）　$\Delta H = 90.3\text{kJ}$

③　$N_2$（気）$+$ $O_2$（気）→ 2NO（気）　$\Delta H = 90.3\text{kJ}$

④　$N_2$（気）$+$ $O_2$（気）→ 2NO（気）　$\Delta H = 180.6\text{kJ}$

# 第５講　化学反応と熱・光エネルギー（熱化学）

## PART1　熱化学の基本事項

問　(1)　$CH_4$（気）＋ $2O_2$（気）→ $CO_2$（気）＋ $2H_2O$（液）　$\Delta H = -891\text{kJ}$

(2)　$\frac{1}{2}N_2$（気）＋ $\frac{3}{2}H_2$（気）→ $NH_3$（気）　$\Delta H = -46\text{kJ}$

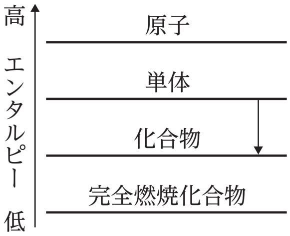
(3)　$H_2O$（液）→ $H_2O$（気）　$\Delta H = 41\text{kJ}$

## PART2　反応エンタルピーを求める実験

問　17(kJ/mol)

## PART3　ヘスの法則を利用した計算

問




## PART4　エンタルピー図・公式

問　$-46$ kJ/mol

## PART5　熱化学の計算練習

Chapter1　$-1301$ kJ/mol

Chapter2　$-891$ kJ/mol

Chapter3　$-74$ kJ/mol

Chapter4　2 kJ/mol

## PART6　化学反応が進む向き・化学反応と光

問　②

# 第 5 講　PART1　確認問題　解答

## 問 1

(1)　③

解説：

エンタルピー変化 $\Delta H$ は，発熱反応では熱を放出するため $\Delta H < 0$，吸熱反応では熱を吸収するため $\Delta H > 0$ となる。

(2)　④

解説：

物質 1mol が完全燃焼するときの反応エンタルピーは燃焼エンタルピーといい，燃焼は発熱反応なので，$\Delta H$ は必ず負の値になる。

(3)　④

解説：

酸と塩基が反応して水 1mol が生成するときの反応エンタルピーは中和エンタルピーといい，中和は発熱反応なので，$\Delta H$ は必ず負の値になる。

(4)　②

解説：

融解は固体から液体への変化であり，吸熱反応なので，$\Delta H$ は正の値になる。

(5)　②

解説：

生成エンタルピーは，物質 1mol が構成元素の単体から生成するときの反応エンタルピーなので，反応式で表す際は NO の係数を 1 とする必要がある。